

2016 年度 修士論文要旨

顕微ラマン分光法による 4H-SiC エピタキシャル薄膜/基板界面の歪み評価

関西学院大学大学院理工学研究科

物理学専攻 大谷昇研究室 福永大輔

地球温暖化解決のためには省エネルギー社会の実現が必要不可欠である。現在使用されている電力変換器には Si パワーデバイスが用いられているが、その物性的な限界から今後の性能向上は期待できない。そこで、Si と比較して電力変換の効率を大幅に向上できる SiC パワーデバイスに注目が集まっている。しかしながら、SiC パワーデバイスの礎となる SiC ウェハには未だ多くの結晶欠陥が存在しており、その低減が求められている。SiC パワーデバイスが普及に至っていない原因の一つにバイポーラ劣化とよばれる現象（デバイス動作中の積層欠陥拡張）があるが、その起点となるのがエピタキシャル薄膜（エピ膜）/基板界面に存在する基底面転位（界面転位）である。界面転位の発生原因として、エピ膜と基板の窒素濃度差が挙げられているが、未だ確定的な結論は得られていない。そこで本研究では、顕微ラマン分光法を用いて、エピ膜/基板界面、特に基板中で窒素濃度が高いファセット痕領域とエピ膜の界面に注目して、評価を行った。

本研究では、昇華法によって製造された 4H-SiC 単結晶(0001)面 4° オフ基板（窒素濃度： $6 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ ）上に、およそ $10 \text{ }\mu\text{m}$ のエピ膜（窒素濃度： $1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ ）を化学気相堆積法によって堆積した 4H-SiC エピタキシャルウェハを評価した。そのウェハの(1100)面（m 面）と(1120)面（a 面）を劈開によって露出させ、エピ膜/基板界面の歪み分布を測定した。

まず、<0001>方向（c 軸方向）に対して垂直な振動モードである光学 E_{2T} モードを用いて、後方散乱配置によりエピ膜/基板界面（m 面）の歪み分布測定を行った。その結果、エピ膜と基板のキャリア濃度差に起因すると思われるピークシフト差が現れ、正確に歪みを測定することができなかった。次に、c 軸方向に平行な振動モードである光学 A_{1T} モードを用いて同様の測定を行った結果、界面において c 軸方向に圧縮歪みが存在することが明らかになった。同様のモード・配置を用いてエピ膜/ファセット痕界面の測定も行ったが、ファセット痕領域（窒素濃度が他の部分よりも高い）の影響は検出できなかった。

次に、歪みの c 面内異方性を検出するために、 E_1 モードを用いた歪み分布測定を試みたが、光学モードでは縦波成分（ E_{1L} ）がプラズモンと結合するために、歪みの高感度測定は困難であった。そこで、プラズモンとの結合を回避できる

音響モードに着目し、歪み測定を行った。歪みを高感度に測定するために、 E_1 モードの縦波成分と横波成分のピークシフト差（ $E_{1L} - E_{1T}$ ）を利用して、歪み測定を試みた。結果を図 1 に示す。m（図 1(a)）、a 面（図 1(b)）測定において、両者は界面で異なる挙動を示した。以上の結果は、エピ膜/基板界面における結晶歪みの異方性（a 軸方向に引張歪みが存在する）を示すものである。

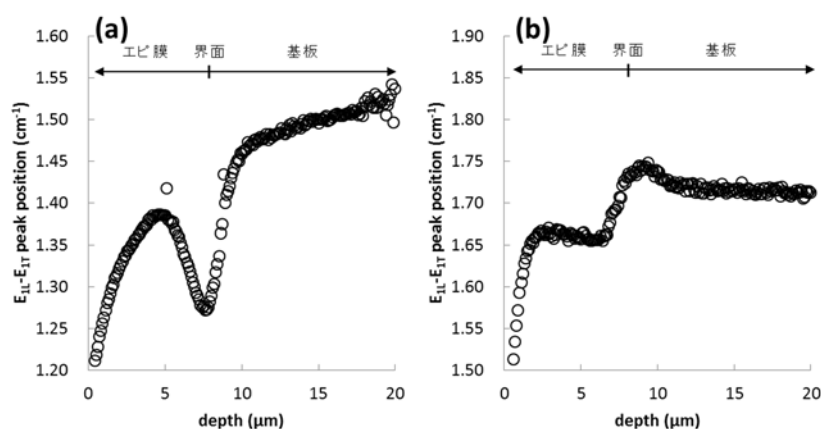


図 1. (a) m 面、(b) a 面後方散乱配置での $E_{1L} - E_{1T}$ ピークシフト差のエピ膜表面からの深さ依存性。